

SÉRIE A, N° 1425

N° D'ORDRE :

2289

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

R. GRÉGOIRE

1^{re} THÈSE. — DÉNOMBREMENT DES RAYONS α PAR LA MESURE DE
LA CHARGE ÉLECTRIQUE QU'ILS TRANSPORTENT.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 8 juillet 1933 devant la Commission d'examen

M^{me} PIERRE CURIE..... *Président.*

MM. JEAN PERRIN.....
ANDRÉ DEBIERNE... } *Examineurs.*

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1933

SÉRIE A, N° 1425

N° D'ORDRE :

2289

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

R. GRÉGOIRE

1^{re} THÈSE. — DÉNOMBREMENT DES RAYONS α PAR LA MESURE DE
LA CHARGE ÉLECTRIQUE QU'ILS TRANSPORTENT.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le **juillet 1933** devant la Commission d'examen

M^{me} PIERRE CURIE..... *Président.*

MM. JEAN PERRIN..... }
ANDRÉ DEBIERNE... } *Examineurs.*

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—
1933

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen..... C. MAURAIN, *Professeur*, Physique du globe.

Doyen honoraire.... M. MOLLIARD.

Profess. honoraires..	{	H. LE CHATELIER.	EMILE PICARD.
		H. LEBESGUE.	RÉMY PERRIER.
		A. FERNBACH.	LÉON BRILLOUIN.
		A. LEDUC.	A. DEREIMS.

Professeurs	{	E. GOURSAT.....	Analyse supérieure et algèbre supér.
		P. JANET.....	Electrotechnique générale.
		F. WALLERANT.....	Minéralogie.
		P. PAINLEVÉ.....	Mécanique anal. et mécanique céleste.
		M. CAULLERY.....	Zoologie (Evolution des êtres organisés)
		EMILE BOREL.....	Calcul des probabilités et phys. mathém.
		H. ABRAHAM.....	Physique.
		M. MOLLIARD.....	Physiologie végétale.
		E. CARTAN.....	Géométrie supérieure.
		GABRIEL BERTRAND.....	Chimie biologique.
		JEAN PERRIN.....	Chimie physique.
		L. LAPICQUE.....	Physiologie générale.
		M ^{me} P. CURIE.....	Physique générale et radioactivité.
		G. URBAIN.....	Chimie générale.
		L. MARCHIS.....	Aviation.
		E. VESSIOT.....	Théorie des fonct. et théorie des transf.
		A. COTTON.....	Physique générale.
		J. DRACH.....	Application de l'analyse à la géométrie.
		CHARLES FABRY.....	Physique.
		R. LESPIEAU.....	Théories chimiques.
		P. PORTIER.....	Physiologie comparée.
		CHARLES PÉREZ.....	Zoologie.
		E. BLAISE.....	Chimie organique.
		P.-A. DANGEARD.....	Botanique.
		LÉON BERTRAND.....	Géolog. structurale et géolog. appliquée.
		E. RABAUD.....	Biologie expérimentale.
		G. JULIA.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
		PAUL MONTEL.....	Mécanique rationnelle.
		V. AUGER.....	Chimie appliquée.
		P. WINTREBERT.....	Anatomie et histologie comparées.
O. DUBOSQ.....	Biologie maritime.		
EUGÈNE BLOCH.....	Physique théorique et phys. céleste.		
L. LUTAUD.....	Géogr. physique et géol. dynamique.		
HENRI VILLAT.....	Mécanique des fluides et applications.		
CH. JACOB.....	Géologie.		
P. PASCAL.....	Chimie minérale.		
E. ESCLANGON.....	Astronomie.		
H. BENARD.....	Mécanique expérimentale des fluides.		
C. MAUGUIN.....	Minéralogie.		
L. BLARINGHEM.....	Botanique.		
A. GUILLIERMOND.....	Botanique (P. C. N.).		
A. DENJOY.....	Mathématiques générales.		
A. DUFOUR.....	Physique (P. C. N.).		
H. BÉGHIN.....	Mécanique physique et expérimentale.		
De BROGLIE.....	Théories physiques.		

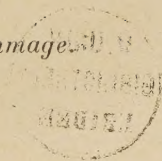


E. PÉCHARD..... Chimie (Ens. P.C.N.)	FOCH..... Méc. exp. des fluides.
A. GUILLET..... Physique.	PAUTHENIER..... Physique (P. C. N.).
M. GUICHARD..... Chimie minérale.	VILLEY..... Méc. phys. et expér.
A. MICHEL-LEVY..... Pétrographie.	LABROUSTE..... Physique du Globe.
H. MOUTON..... Chimie physique.	FREUNDLER..... Chimie (P. C. N.).
L. DUNOYER..... Optique appliquée.	PRENANT..... Zoologie.
M. JAVILLIER..... Chimie biologique.	P. JOB..... Chimie générale.
ROBERT-LEVY..... Zoologie.	CHRETIEN..... Optique appliquée.
A. DEBIERNE..... Radioactivité.	G. BOHN..... Zoologie (P. C. N.).
E. DARMOIS..... Physique.	R. COMBES..... Sc. Natur. (P. C. N.).
G. BRUHAT..... Physique.	GARNIER..... Mécan. Rationnelle.
F. PICARD..... Zool. (Év. êtres org.)	PERES..... Mécan. des fluides.
L. JOLEAUD..... Paléontologie.	LAUGIER..... Physiologie générale.
M. FRECHET..... Calcul des probab. et phys. math.	TOUSSAINT..... Techn. aéronautique.
M ^{me} RAMART-LUCAS..... Chimie organ.	HACKSPILL..... Chimie (P. C. N.).
	M. CURIE..... Physique (P. C. N.).

Secrétaire..... A. PACAUD
Secrétaire honoraire... D. TOMBECK

A MADAME PIERRE CURIE

Respectueux hommages





Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MA MÈRE

DÉNOMBREMENT DES RAYONS α PAR LA MESURE DE LA CHARGE ÉLECTRIQUE QU'ILS TRANSPORTENT

Par R. GRÉGOIRE

INTRODUCTION

La mesure du nombre de rayons α émis dans les transformations radioactives peut être abordée par des méthodes très diverses que je vais rappeler succinctement et dont chacune décèle directement l'effet individuel d'un rayon α .

1° La méthode des scintillations.

2° La méthode des trajectoires de brouillard de Wilson.

3° La méthode d'ionisation, l'effet ionisant individuel étant amplifié à l'aide de l'ionisation par choc dans une chambre utilisant un fil fin comme électrode réceptrice.

4° La méthode d'ionisation avec amplification à l'aide de l'ionisation par choc dans une chambre à pointe de Geiger.

5° La méthode d'ionisation avec amplification de l'effet individuel par des lampes à plusieurs électrodes.

Une méthode indirecte consiste à recevoir les rayons α sur une électrode et à mesurer le courant électrique de charge transportée par ces rayons. De cette mesure, on déduit facilement le nombre de rayons, en admettant qu'ils portent tous une charge double de la charge élémentaire, hypothèse qu'il convient de contrôler par des mesures convenables. Cette méthode qui a été employée par Rutherford et Gei-

ger ⁽¹⁾, Geiger ⁽²⁾, Danysz et Duane ⁽³⁾, Jedrzejowski ⁽⁴⁾, Bianu ⁽⁵⁾, Braddick et Cave ⁽⁶⁾, Dettelmaier ⁽⁷⁾, a aussi été utilisée dans le présent travail.

Une préparation, de petites dimensions, émettant des rayons α est placée dans un vide aussi parfait que possible. Un diaphragme délimite un faisceau de ces rayons dans un angle solide bien déterminé. Les rayons contenus dans cet angle sont reçus sur une électrode métallique reliée à un électromètre qui sert à mesurer le courant électrique résultant du transport de charge par les particules en mouvement.

(¹) *Le Radium*, 5, 1908, p. 265.

(²) *Le Radium*, 6, 1909, p. 196.

(³) J. DANYSZ et W. DUANE, *C. R.*, 155, 1192, p. 500 et J. DANYSZ, *Thèse Paris*, 1913.

(⁴) *Thèse Paris*, 1928.

(⁵) *Bulletin de la section scientifique de l'Académie roumaine*, 9^e année, nos 5-6, p. 37.

(⁶) BRADDICK et CAVE, *Proc. Roy. Soc.* (1928), p. 380.

(⁷) DETTELMAIER, *Wien. Ber.* 140 (1931), p. 347.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL.

CHAPITRE PREMIER

Description de l'appareil.

L'appareil utilisé est celui qui a été préalablement employé par Jedrzejowski et qui a été décrit dans sa thèse (Paris, 1928) ⁽¹⁾. La préparation du corps radioactif étudié est placée sur un porte-source S dans une chambre cylindrique A (fig. 1) dans laquelle on a fait le vide ; le diaphragme fixe D ne laisse passer que les rayons compris dans un angle solide moyen de $2\pi \times 0,02930$ stéradians. Les rayons sont contenus dans un cône de révolution dont le demi-angle au sommet est d'environ 13 degrés. La préparation a la forme d'un cercle de 3 mm. de diamètre ; le diaphragme D limitant l'angle solide a un diamètre de 15 mm. 058 et il est placé à 30 mm. 408 de la préparation. Le porte-source S, qui peut être retiré de l'appareil, entre dans un logement L qui ne fait qu'un seul bloc avec le diaphragme D ; de cette façon, la préparation est toujours à la même distance du diaphragme D. Les rayons sont reçus sur une électrode creuse E, dont nous avons cherché la forme la plus favorable, de façon à éliminer, le plus complètement possible, les rayons δ chargés négativement et émis lors de la rencontre des rayons α avec les électrodes. Un écran mobile F commandé de l'exté-

(1) JEDRZEJOSWKI, *Ann. de Phys.* t. IX (1928), p. 128.

rieur permet d'arrêter complètement les rayons α avant leur arrivée sur E.

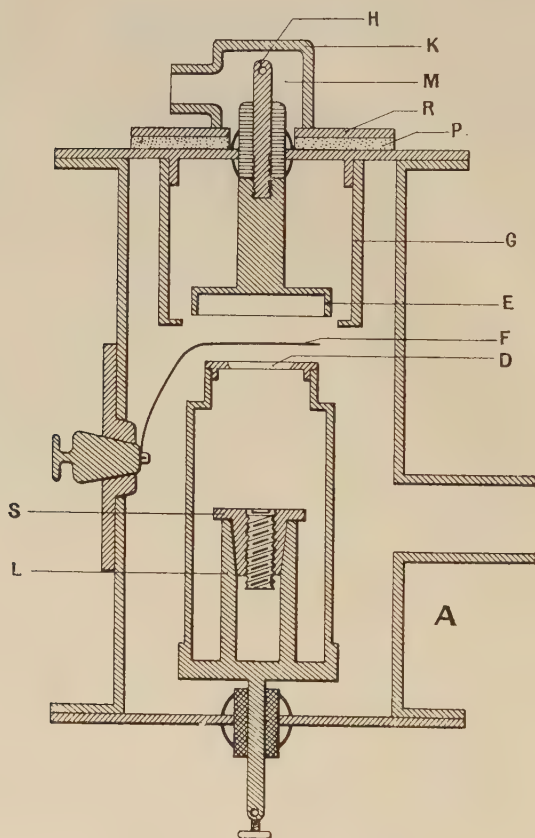


Fig. 1.

La chambre était placée dans l'entrefer d'un électro-aimant qui permettait l'établissement d'un champ magnétique sensiblement uniforme de 4 500 gauss, perpendiculaire à la trajectoire moyenne des rayons α . Un champ électrique de sens et de grandeur variables pouvait être établi parallèle-

ment à la trajectoire moyenne des rayons α entre le diaphragme D et l'électrode E. Un cylindre de protection G permettait d'enfermer l'électrode E dans une sorte de cage de Faraday. Une coiffe de protection K de dimensions aussi petites que possible permettait de soustraire aux rayonnements extérieurs la connexion reliant la borne H à l'électromètre.

CHAPITRE II

Méthode de mesures.

La mesure de la charge apportée par les rayons α sur l'électrode réceptrice est, en principe, très simple. Cependant, divers phénomènes secondaires, tenant au fait que les charges à mesurer sont en mouvement rapide avant d'être absorbées par l'électrode, compliquent notablement l'expérience.

En premier lieu, il est nécessaire d'éliminer le mieux possible les gaz de l'appareil, afin de rendre très petit l'apport, par le champ électrique, des ions produits dans le gaz résiduel par le passage des rayons α .

En second lieu, il est bien connu que chaque rayon α est capable, lorsqu'il traverse la matière, d'extraire plusieurs électrons lents appelés rayons δ . Si l'on ne prenait pas la précaution de ramener ces électrons sur l'électrode réceptrice, la charge mesurée serait très supérieure à celle qui est effectivement apportée par les particules α .

Une difficulté analogue se rencontre pour les rayons δ qui prennent naissance dans le diaphragme.

Ces causes d'erreurs et leur estimation vont être envisagées dans ce qui suit.

A. Mesure de la pression des gaz résiduels dans l'appareil.
— Pour mesurer uniquement la charge transportée par les rayons α , il faut supprimer toute substance gazeuse capable d'être ionisée par ces rayons. Un calcul va nous montrer l'ordre de grandeur de la pression à maintenir dans l'appareil.

reil. Prenons le cas du polonium; un rayon α , émis par ce corps et complètement absorbé dans l'air, produit environ 150 000 paires d'ions; son parcours dans l'air, sous 760 mm. de pression et à la température de 15°, est d'environ 40 mm.; dans l'appareil d'expérience, les ions produits pouvaient être recueillis sur le trajet de 10 mm. entre le diaphragme et l'électrode où est établi le champ électrique. La pression

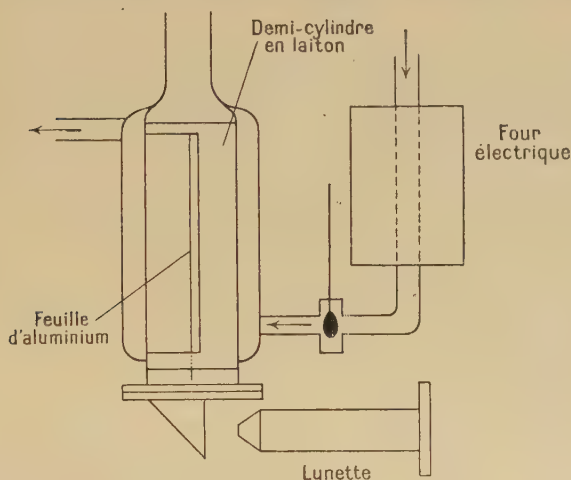


Fig. 2.

atmosphérique normale étant d'environ 10^6 baryes, on voit qu'à une température de 15° et sous une pression de 1 barye, nous utiliserons dans l'appareil un nombre de paires d'ions de l'ordre de $150\,000 \times \frac{10}{40} \times \frac{1}{10} = 0,04$ paires d'ions par rayon α . En tenant compte de la double charge des rayons α , on peut dire que sous une pression de 1 barye, le courant de saturation de l'ionisation résiduelle modifie le courant de charge d'environ 2 0/0. Avec les moyens dont nous disposions, nous avons travaillé sous une pression qui était comprise entre 0,1 et 0,3 barye.

Le vide était réalisé par une pompe moléculaire Holweck précédée d'une pompe à palettes à double étage. Les vapeurs résiduelles étaient condensées dans des pièges à air liquide convenablement placés. Pour mesurer rapidement la pression de tous les gaz et vapeurs restant dans l'appareil, nous avons utilisé un manomètre, dit absolu, établi selon le principe de Knudsen et monté suivant la manière préconisée par Holweck et décrite dans l'ouvrage de Dunoyer ⁽¹⁾.

Une feuille en aluminium battu de 5 millimètres de largeur, 10 centimètres de longueur et quelques μ d'épaisseur, est placée verticalement suivant l'axe d'un demi-cylindre en laiton de même longueur (fig. 2). La feuille est fixée uniquement à son extrémité supérieure. Le demi-cylindre muni de bagues entre à frottement dans un cylindre en Pyrex à doubles parois. Un rodage placé à la partie inférieure et muni d'un prisme à réflexion totale permet de mesurer les déplacements de la feuille à l'aide d'une petite lunette à micromètre. Un courant d'eau permanent d'un débit d'environ 100 cm³ par minute, réchauffé par le passage dans un four électrique, pénétrait entre la double paroi. Un thermomètre, convenablement placé, permettait de connaître à chaque instant la température de l'eau.

Pour faire une mesure, on notait la température de l'eau, puis on allumait le four électrique; au bout de 10 secondes, la température de l'eau s'élevait et on atteignait une différence de température de 5° après 10 nouvelles secondes. Pendant ce temps, on notait le déplacement de la feuille pour un certain nombre de degrés, ce déplacement étant proportionnel à l'élévation de température dans les limites où nous l'avons fait varier. La mesure complète demandait environ 30 secondes; en raison de la chaleur emmagasinée dans le four électrique pendant son fonctionnement, une minute était nécessaire pour que le thermomètre et la feuille reprennent leurs positions initiales.

Ce manomètre, dit absolu, en ce sens qu'il mesure la pression de tous les gaz et vapeurs, a été étalonné par rapport à une jauge de MacLeod, permettant un rapport de compression de 10000. La jauge, qui ne mesure que la pression des

⁽¹⁾ DUNOYER, *Technique du vide*, p. 90, *Conférences rapports* n° 7. Paris, 19.

gaz non condensables, était séparée du manomètre par un piège à air liquide. Pour l'étalonnage du manomètre, nous attendions trois heures avant de faire une mesure; à ce moment, on pouvait admettre qu'il n'y avait aucune vapeur du côté du manomètre; en effet, la pression, lue à la jauge,

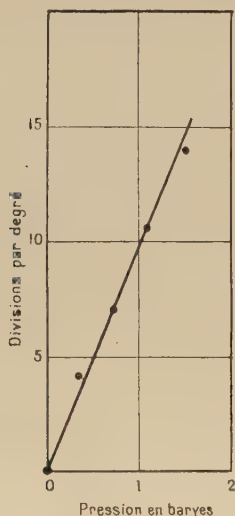


Fig. 3.

était rigoureusement constante après 20 minutes, tandis que le déplacement du manomètre, pour une même élévation de température de l'eau, continuait à décroître, mais ce déplacement se stabilisait et restait fixe au bout de deux à trois heures. Nous avons étalonné le manomètre sous diverses pressions (fig. 3). Le déplacement de la feuille était proportionnel à l'élévation de température.

On voit sur la courbe que, pour 5 degrés, 5 divisions du micromètre correspondaient à 0,1 barye. L'étalonnage ne pouvait être très précis, néanmoins, ce manomètre permettait de très bonnes mesures relatives et s'est montré d'une

grande utilité. Nous avons travaillé avec des pressions comprises entre 0,1 et 0,3 barye, la pompe moléculaire étant toujours en fonctionnement. Pour obtenir ces pressions, il fallait que l'installation qui comptait de nombreux robinets, rodages et masticages, fût parfaitement étanche à l'air. La pression de l'appareil se stabilisait à quelques baryes quand, après avoir été vidé, il restait séparé de la pompe moléculaire par la fermeture d'un robinet.

B. Mesure des courants de charge. — Les rayons α abandonnaient leur charge à une électrode E reliée à un électromètre Compton en montage hétérostatique. Cet électromètre était employé comme appareil de zéro, la méthode de compensation utilisée était celle de Townsend ⁽¹⁾ : le montage est indiqué dans la figure 4.

Le condensateur de compensation avait un coefficient d'influence $C = 29,97$ U. E. S. et il était chargé sous une différence de potentiel de deux volts environ (un élément d'accumulateur). Le potentiomètre R avait une résistance de 5 439 ohms pour une course totale du curseur de 40 cm. Le débit de l'accumulateur était d'environ $1/2$ milliampère, et on utilisait ce dernier à son palier de décharge ; de cette façon, la force électromotrice de l'accumulateur restait rigoureusement constante à moins de un demi-millième pendant plusieurs jours, l'élément débitant constamment sur le potentiomètre. Cette force électromotrice était souvent vérifiée par un voltmètre étalon de Weston contrôlé à l'aide de piles étalons Weston. Le courant moyen était donné par la formule : $i = C \frac{\Delta V}{\Delta t}$, ΔV étant la variation totale de la différence de potentiel entre les armatures du condensateur et Δt le temps de compensation. Pour $i = 2 \times 10^{-3}$ U. E. S., $\Delta V = \frac{2}{300}$ U. E. S., $C = 30$ U. E. S., on a $\Delta t = 100$ secondes.

(¹) TOWNSEND, *Phil. Mag.* t. VI (1903), p 598.

Les courants à mesurer étant compris entre 10^{-2} et 2×10^{-5} U. E. S., le temps de compensation aurait varié de 20 à 10.000 secondes. Il était donc nécessaire de faire varier, soit la capacité C du condensateur, soit la valeur de ΔV . Il ne nous a pas été possible d'employer le premier procédé,

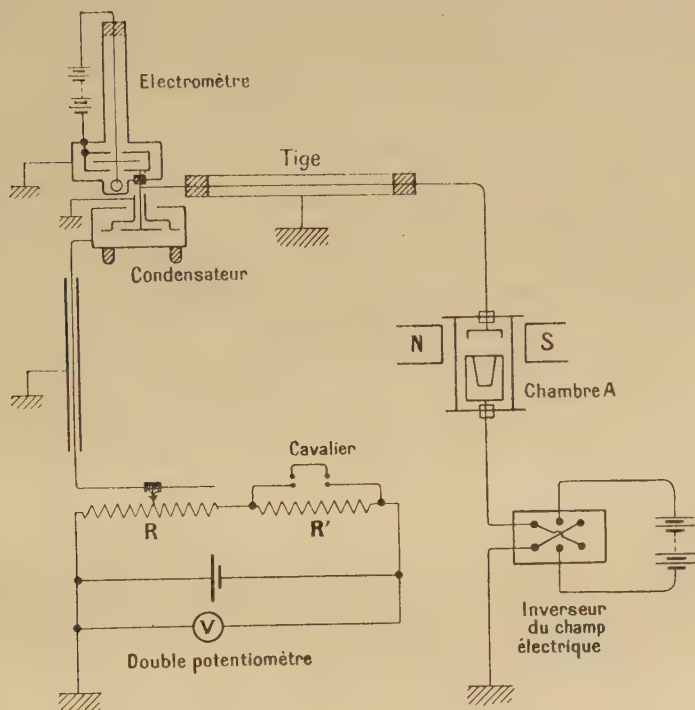


Fig. 4.

nous avons donc fait varier la différence de potentiel maximum réellement appliquée entre les armatures du condensateur. Pour cela, nous avons employé un montage en double potentiomètre comprenant les résistances R et R' (fig. 4), la résistance totale pouvant atteindre 400000 ohms. Cette dernière valeur était utilisée couramment dans la mesure du

mouvement propre de l'appareil. Pratiquement, nous ajustions, pour une série de mesures, la résistance R' , de façon à avoir un temps de compensation compris entre 30 et 40 secondes, la résistance R gardant toujours la même valeur.

Un condensateur de capacité inférieure à 30 U. E. S. nous eût permis d'augmenter la sensibilité du montage, à condition de connaître la valeur exacte des coefficients d'influence. Nous avons comparé notre condensateur à des condensateurs étalon de 100 U. E. S. de capacité qui ont été étalonnés à 1 0/00 près, au Bureau of Standard, U. S. A. par la méthode du Pont de Sauty. L'appareil de zéro étant un électromètre à quadrants, l'erreur sur la mesure relative était négligeable par rapport à l'erreur sur la valeur de la capacité étalon ; nous avons trouvé $C = 29,97$ U. E. S. pour la capacité du condensateur employé.

L'électromètre était relié à l'électrode E par un fil de un mètre environ protégé par une enveloppe cylindrique étanche dans laquelle on a fait le vide jusqu'à une pression résiduelle de quelques centièmes de millimètre de mercure. Ce dispositif avait pour but d'éliminer l'ionisation parasite pouvant être produite entre le fil et l'enveloppe par l'action des rayons γ émis par certaines des préparations radioactives utilisées. Un mur de briques de plomb de 5 cm. d'épaisseur, interposé entre la chambre A et l'électromètre, protégeait celui-ci contre ce même rayonnement γ .

La région particulièrement exposée aux rayons γ est la partie M (fig. 1) comprise entre le sommet de l'électrode E et l'extrémité du tube de laiton entourant le fil reliant cette dernière électrode à l'électromètre. Cette région, dans laquelle régnait la pression atmosphérique, était protégée en partie par une rondelle de plomb P de 5 mm. d'épaisseur, placée sur le couvercle supérieur de la boîte A ; une rondelle de laiton R de 2 mm. d'épaisseur était placée sur la rondelle en plomb, de façon à absorber les rayonnements

émis par le plomb sous l'action du rayonnement γ . On a soin d'éliminer les différences de potentiel de contact qui pourraient donner lieu à des courants parasites en ne prenant, pour l'entourage immédiat de la borne H et pour le fil conducteur reliant H à l'électromètre, que le même métal (du laiton).

On établissait une tension de 40 à 50 volts sur l'aiguille de l'électromètre. Dans ces conditions, le fonctionnement est parfaitement stable. La sensibilité à la charge était d'environ 20 mm. de déviation à 1 m. par 10^{-3} U. E. S. de charge apportée sur le système isolable. Le condensateur était placé le plus près possible de l'électromètre. Un fil isolé sous plomb réunissait l'armature extérieure du condensateur au potentiomètre installé près de l'échelle d'observation. Un électro-aimant, placé sur l'électromètre et commandé à distance, permettait d'isoler, au moment de chaque mesure, les quadrants reliés à l'électrode E.

CHAPITRE III

Influence des champs magnétique et électrique sur la valeur apparente du courant de charge.

Pour étudier l'appareil, nous avons utilisé une préparation de polonium qui peut être considérée, dans nos expériences, comme émettant uniquement des rayons α monochromatiques. La décroissance du polonium étant d'environ 0,5 o/o en 24 heures, l'émission de rayons α était pratiquement constante pendant une série de mesures.

A chaque impact d'un rayon α sur l'électrode réceptrice E, il y a émission par celle-ci d'électrons lents (rayons δ). Ce phénomène secondaire est très important et, si l'on ne prend pas de précautions pour l'éviter, on mesure un courant de charge beaucoup trop élevé car un départ d'électrons de l'électrode E équivaut à un apport de charge positive. On établit un champ magnétique H transversal qui a pour but de dévier les électrons et de les ramener sur l'électrode dont ils sont issus. Ce champ magnétique a également pour effet d'éliminer les électrons émis par le diaphragme D.

On a vu, dans ce qui précède, qu'une autre cause d'erreur tient au faible courant d'ionisation dû à la présence de traces de gaz et de vapeurs dans l'appareil. Afin d'estimer l'importance de ce courant, on établit un champ électrique h , de sens variable, entre le diaphragme D et l'électrode E.

Nous étudierons, en premier lieu, l'influence du champ électrique sur la mesure des courants. La pression dans l'appareil étant de 0,1 à 0,3 barye et le champ magnétique H

de 4 000 gauss, nous avons constaté que le courant de charge ne varie que de 1 0/0, quand on inverse le champ électrique h de 20 volts/cm. Il en résulte que le courant d'ionisation résiduelle est de l'ordre de 0,5 0/0, ce qui semblait être en accord avec le calcul correspondant à ces pressions fait au chapitre II. Le courant de charge effectivement mesuré varie avec le champ électrique, comme l'indique la figure 5.

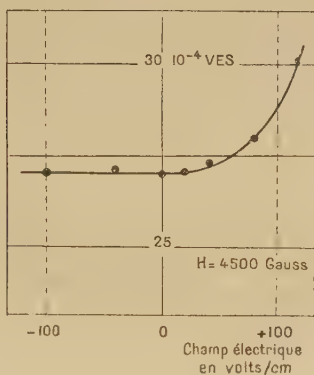


Fig. 5.

On voit que le courant est pratiquement indépendant de la grandeur de h , lorsque celui-ci a le sens de E vers D (sens appelé négatif), et qu'il augmente rapidement lorsque le champ est de sens contraire (sens positif).

Nous avons répété ces mêmes expériences pour diverses valeurs du champ magnétique. La famille de courbes de la figure 6 représente les résultats obtenus. Le courant de charge est indépendant de la valeur du champ magnétique entre 250 et 4 500 gauss, pour les valeurs négatives du champ électrique. Pour des valeurs du champ inférieures à 250 gauss, le courant diminue. Pour une valeur positive du champ électrique, l'excès du courant observé diminue lorsque le champ magnétique augmente.

Nous interpréterons ces résultats de la façon suivante : les sources d'électrons sont l'électrode E, l'écran placé sur le diaphragme D et la source radioactive. Le faible rayonne-

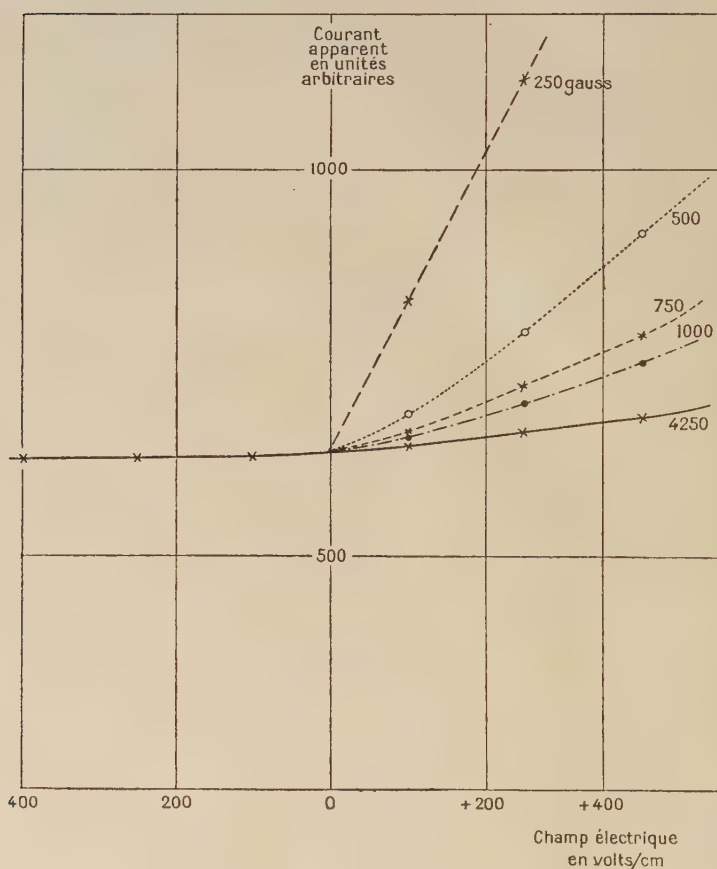


Fig. 6.

ment β émis par la préparation de polonium est dévié par le champ magnétique de 250 à 4500 gauss et ne peut arriver sur E. Les électrons émis par l'électrode E ont de faibles vitesses, la plupart d'entre eux sont déviés par le champ

magnétique et reviennent sur E. Ceux qui sont émis suivant des directions faisant de petits angles avec le champ magnétique, peuvent ne pas revenir sur cette électrode, ce qui explique l'excès du courant observé. La proportion de ces électrons qui échappent diminue lorsque le champ magnétique augmente. Les électrons émis par l'écran, lorsque sa distance à E est de l'ordre de 1 cm. ne peuvent arriver sur E à cause du champ magnétique qui les dévient. Quand cette distance diminue et atteint 3 mm., on commence à capturer les rayons δ émis par l'écran. La figure 7 nous montre que dans ces conditions le courant observé quand h est négatif diminue. Ceci s'explique par l'arrivée sur E de rayons δ émis par le diaphragme D.

En l'absence de champ magnétique et avec un champ électrique positif, les électrons émis sur E s'éloignent, chargeant positivement celle-ci, tandis que les électrons émis sur l'écran sont retenus sur lui. Le phénomène inverse se produit lorsque h est négatif et l'on constate une diminution de courant, d'ailleurs inférieure à l'augmentation précédente, car le nombre de rayons δ correspondant au passage des rayons α dans l'écran est plus grand que le nombre de ceux produits lors de l'absorption des rayons α dans E. Les variations sont considérables et indiquent qu'il y a au moins 10 à 20 rayons δ produits par rayon α sur l'électrode E ⁽¹⁾.

En définitive, ces expériences montrent qu'avec cet appareil, on doit effectuer les mesures en établissant le champ magnétique maximum dont nous disposions (4500 gauss) et un champ électrique négatif (dirigé de l'électrode vers le diaphragme). En présence de ce résultat, il paraissait utile d'étudier la forme de l'électrode réceptrice E à laquelle correspondrait un minimum de perte d'électrons δ pour un champ positif.

(1) A. BECKER. *Ann. d. Physik*, 75, 1928, p. 217.

CHAPITRE IV

Etude de la forme de l'électrode.

On ne peut rapprocher l'électrode réceptrice de l'écran mis sur le diaphragme, pour deux raisons : si on la place trop près, les rayons δ émis par l'électrode inférieure et

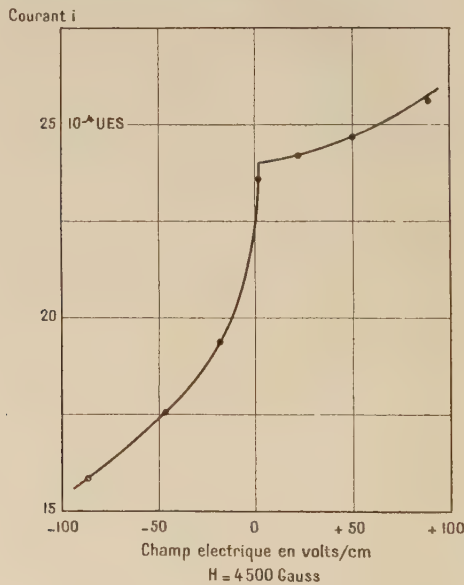


Fig. 7.

courbés dans le champ magnétique, attendraient l'électrode réceptrice : les rayons δ émis par l'électrode supérieure courbés par le champ magnétique et revenant sur l'électrode de départ, seraient alors captés par l'électrode inférieure (fig. 7).

Il est nuisible d'enfermer l'électrode réceptrice dans une cage, car certains rayons δ courbés seraient interceptés avant leur retour sur l'électrode qui les émet (fig. 8).

Nous avons utilisé successivement les électrodes de formes suivantes :

électrode plate ; électrodes creuses de diverses profondeurs ; électrode creuse ayant un écran d'aluminium de $3\ \mu$ à son entrée, électrode creuse ayant un écran d'aluminium de $3\ \mu$ disposé à quelques millimètres au fond de l'électrode.

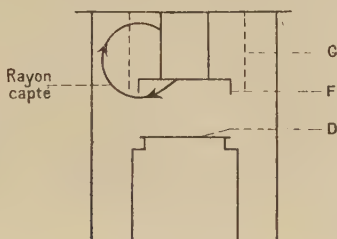


Fig. 8.

Toutes ces électrodes ont été placées à diverses distances du diaphragme inférieur.

L'électrode plate donne une diminution de plusieurs o/o de courant pour un champ électrique négatif.

L'électrode creuse de 5 ou 10 mm. de profondeur, quand elle est placée suffisamment loin de l'électrode inférieure, donne un courant rigoureusement constant, quand le champ électrique négatif varie de 0 à 500 volt/cm. Lorsque le champ électrique est positif, la variation du courant avec le champ est la même pour des électrodes ayant des profondeurs de 5, 10 et 25 mm. Cette variation est de 0,5 o/o pour un champ de 20 volts/cm. Pour essayer de diminuer cette variation, nous avons placé un écran d'aluminium de $3\ \mu$ d'épaisseur à 2 mm. du fond de l'électrode creuse, puis à l'entrée de cette dernière, la variation du courant augmentait (fig. 9).

Tous ces essais ont montré que la meilleure électrode réceptrice avait la forme d'une cuvette de 5 mm. de profondeur placée à 10 mm. de l'électrode inférieure sans aucun écran. Braddick et Cave ⁽¹⁾ ont signalé le même phénomène dans leurs expériences faites avec le Ra C'.

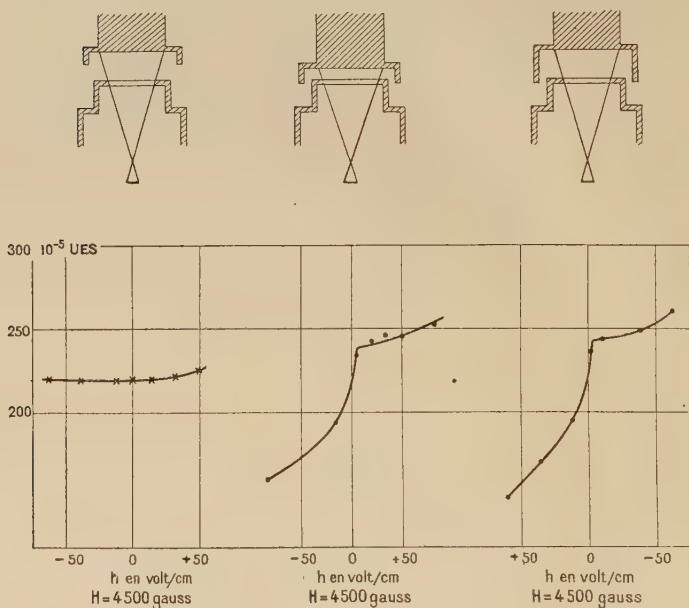


Fig. 9.

Dans ces divers essais, le courant obtenu avec un champ électrique négatif était le même quelle que soit l'électrode utilisée.

Dans toutes les applications qui vont suivre, nous avons pris comme valeur du courant de charge la valeur obtenue quand le champ électrique était négatif, et non la moyenne

(1) BRADDICK et CAVE, *Proc. Roy. Soc.* (1928), p. 380.

des valeurs obtenues avec des champs électriques égaux et de signes contraires, la différence atteignait 0,5 o/o pour un champ électrique de 20 volts/cm.

Tous ces essais ont montré qu'un champ magnétique n'est pas suffisant pour faire retourner sur une électrode des rayons δ de faible vitesse (quelques dizaines de volts).

DEUXIÈME PARTIE

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX.

CHAPITRE V

Détermination du nombre de paires d'ions produits dans l'air par rayon α du polonium.

La valeur du nombre k de paires d'ions, produits dans l'air par un rayon α du polonium complètement absorbé, résulte de la mesure du courant d'ionisation totale I produit par un faisceau de ces rayons, dont on a déterminé le nombre par la mesure du courant i de charge qu'ils transportent.

Le courant de charge i a été mesuré par la méthode décrite dans la première partie. Le courant I a été mesuré en employant l'appareil absolu décrit par Mme P. Curie ⁽¹⁾. Dans cet appareil, on ne mesure qu'une fraction connue du courant d'ionisation produit par les rayons α du polonium. La préparation, de petites dimensions, est placée dans un cylindre de laiton. On maintient, dans ce cylindre, un degré de vide assez poussé (1/100 mm. de mercure). La préparation est placée à 153 mm. d'un diaphragme, dont l'ouverture de 2 mm. est parfaitement connue. Une feuille d'aluminium

(1) Mme P. CURIE, *J. Ch. Phys.*, 22 (1925), p. 41.

(d'épaisseur $5\ \mu$), permet la sortie dans l'air des rayons α dans un angle solide bien déterminé. Cette feuille doit supporter, entre ses deux faces, une différence de pression égale à la pression atmosphérique. On recueille les ions, produits dans l'air par les rayons α sortant du cylindre, sur deux électrodes plates, en établissant entre elles un champ électrique perpendiculaire à la trajectoire moyenne des rayons α .

L'écran d'aluminium absorbe une partie de l'énergie des rayons α et on a déterminé avec précision la valeur de cette absorption, par la méthode de Bragg.

Pour une préparation de polonium donnant un courant de saturation dans l'air de 10 000 U. E. S. dans l'angle 2π stéradians le courant réellement mesuré était d'environ 0,187 U. E. S. Au contraire dans l'appareil de mesure de charge le courant réellement mesuré était d'environ 0,003 U. E. S. Ces courants sont à peu près dans le rapport de 60 à 1.

Nous utilisons, dans la mesure du courant i , la méthode de compensation de Townsend avec un électromètre Compton comme appareil de zéro. Nous avons choisi cette méthode à cause de la petitesse des courants mesurés.

Nous ne pouvions, avec cette même méthode, mesurer des courants 60 fois plus grands, en utilisant les mêmes appareils.

En conservant le même condensateur, nous aurions dû employer, pour la compensation, une force électromotrice de 120 volts, ce qui présenterait des difficultés. Nous avons mesuré le courant I en employant la méthode de compensation par quartz piézoélectrique. La lame de quartz donnait une charge de 9,786 U. E. S. par kilogramme de force appliquée entre ses extrémités.

Bien que nous n'ayons déterminé qu'un rapport de courants $\frac{1}{i}$, nous avons été obligés de connaître les valeurs absolues des courants, car ces derniers n'étaient pas mesurés avec le même appareil. La quantité d'électricité dégagée par

kilogramme force appliquée sur la lame de quartz, a été comparée par une méthode de zéro à la quantité d'électricité emmagasinée par un condensateur à diélectrique air de coefficient d'influence 497,2 U. E. S. et chargé par une force électromotrice d'environ 6 volts. Cette dernière valeur était mesurée très exactement à l'aide de piles étalons Weston par une méthode d'opposition.

Dans les essais effectués avec différentes préparations de polonium, nous avons utilisé des sources nombreuses et variées préparées par Mme Joliot-Curie, M. F. Joliot et M. Yakimach, que je tiens à remercier ici du soin qu'ils ont pris pour obtenir des préparations aussi parfaites que possible. Toutes ces préparations avaient la forme d'un cercle de 3 mm. de diamètre. Sauf une préparation obtenue par volatilisation, tout le polonium a été déposé par voie électrochimique sur des supports d'argent et de nickel.

Les mesures effectuées avec les préparations, dont l'intensité est indiquée par le courant I ramené à 2π , ont donné pour le rapport $\frac{I}{t}$ les valeurs suivantes :

Mode de préparation	Nature du support	I en U. E. S.	$\frac{I}{t}$
Dépôt électrochimique	Ni	13 000	0,762.10 ⁵
»	Ni	20 000	0,768 .10 ⁵
»	Ni	7 700	0,770.10 ⁵
»	Ag	5 700	0,760.10 ⁵
Volatilisation	Ni	20 000	0,765.10 ⁵

Les valeurs du rapport $\frac{I}{t}$ ne montrent pas de différences systématiques, malgré les divers modes d'obtention et de conservation des préparations de polonium.

Il est à noter, cependant, que ce rapport diminuait toujours avec le temps et les valeurs données dans le tableau

précédent sont celles obtenues pendant la semaine qui suivait la préparation de la source.

Pour la préparation de 13 000 U. E. S., ce rapport est passé de 0,762 à 0,710. 10^5 au bout de deux mois. Pour la préparation de 7 700 U. E. S., le rapport est passé de 0,770 à 0,720. 10^5 en quatre mois. Cette diminution du rapport

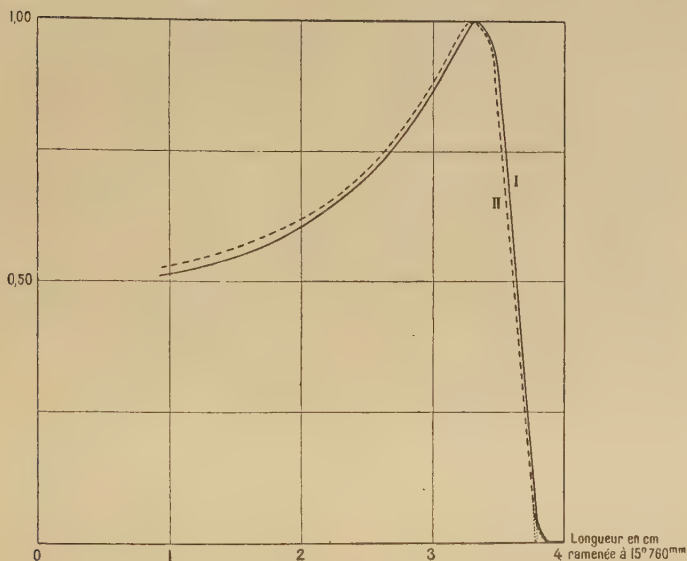


Fig. 10.

s'explique par l'altération superficielle des préparations. Nous avons vérifié cette hypothèse en observant la déformation progressive des courbes de Bragg (fig. 10) établies à des intervalles de temps croissants. La courbe I a été obtenue le premier jour, la courbe II quatre mois après. Le parcours extrapolé reste toujours le même, la position du maximum d'ionisation se rapproche de l'origine des rayons α . La valeur de l'ionisation totale diminue plus rapidement avec le temps, que ne l'indique la période de 140 jours du polo-

nium. Cette valeur, trop faible, de la période apparente mesurée par l'ionisation est due, d'une part, à la projection de paquets d'atomes de polonium par la préparation et, d'autre part, à la pénétration avec le temps, en raison de l'altération superficielle, dans le support du polonium.

La préparation de 7 700 U. E. S. placée à 1 cm. d'un disque de laiton, projetait en dix jours une quantité de polonium supérieure à une vingtaine d'U. E. S.

Pour éviter l'oxydation du support du polonium par l'air, en présence de la grande ionisation produite par les rayons α , nous conservâmes, par la suite, nos préparations dans le vide (inférieur à 0 mm. 1 de mercure) et nous constatâmes une déformation moins rapide avec le temps de la courbe de Bragg.

Nous avons vérifié, à la précision de 2 0/00, que le courant i ne dépendait pas de l'épaisseur des écrans de cellophane et d'aluminium interposés sur le trajet des rayons α , tant que leur équivalent en air ne dépassait pas 2 cm. (chapitre VI). Il est donc permis d'admettre que jusqu'à cette limite, la proportion de rayons à charge simple dans le faisceau est négligeable. Nous avons vérifié que le courant I ne dépendait pas, à la précision de nos mesures, de l'état hygrométrique de l'air.

Voici, à titre d'exemple, un tableau complet de mesures :

Cas de la préparation de 20 000 U. E. S. préparée sur nickel par volatilisation.

a) Mesure du courant d'ionisation I :

Constante de la lame de quartz : 9,786 U. E. S. pour 1 000 g.

Mesure du mouvement propre :

$$2 \text{ g. en } \left\{ \begin{array}{l} 85 \text{ sec.} \\ 63 \\ 70 \end{array} \right. \quad \text{soit } 0,02 \text{ g./sec.}$$

Mesure avec la préparation :

$$1\ 500\ \text{g. en} \left\{ \begin{array}{cccc} 40,1 & 40,1 & 39,9 & 40,1 \\ 40,1 & 40,1 & 40,1 & 40,1 \\ 40,0 & 40,1 & 40,2 & 39,9 \\ 40,2 & 39,9 & 40,2 & 40,0 \\ 40,0 & 40,0 & 40,2 & 40,2\ \text{sec.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{moyenne } 40,07\ \text{sec.} \\ \text{soit } 37,43\ \text{g./sec.} \end{array}$$

Mouvement réel :

$$37,43 - 0,02 = 37,41\ \text{g./sec.}$$

Le courant d'ionisation ramené à 2π stéradians est de :

$$i = 37,41 \times 0,989 \times \frac{9,786 \times 53\ 420}{1\ 000} = 19\ 340\ \text{U. E. S.}$$

Le facteur 0,989 tient compte de la variation de l'angle solide due à l'épaisseur de la préparation. Le facteur 53 420 tient compte, à la fois de l'angle solide et de l'absorption due au petit écran d'aluminium. La précision de ces mesures est de 0,5 0/0 au total.

b) Mesure du courant i :

Mesure du mouvement propre :

$$\begin{array}{rcl} & 85\ \text{sec.} & \\ 0\ \text{v. } 122 & 82 & \text{soit } 0,00149\ \text{volt/sec.} \\ & 82 & \end{array}$$

Mesure avec la préparation :

$$\begin{array}{rcl} & 28,4 & 28,1\ \text{sec.} \\ & 28,3 & 28,5 \\ 1\ \text{v. } 940 & 28,5 & 28,4\ \text{moyenne } 28,33, \text{ soit } 0,06847\ \text{volt/sec.} \\ & 28,3 & 28,2 \\ & 28,2 & 28,4 \end{array}$$

Mouvement corrigé : 0,06996 volt/sec.

$$i = \frac{0,06996 \times 29,97}{300 \times 0,02930} = 0,2378\ \text{U. E. S.}$$

29,97, étant la capacité ; 0,02930 la valeur de l'angle solide, en prenant 2π comme unité d'angle.

La précision de ces mesures est de 1 0/0.

La valeur du rapport $\frac{I}{i}$ sera donc connue à 1,5 o/o.

La valeur moyenne de ce rapport est de $0,756 \cdot 10^5$ pour cinq préparations et l'erreur maximum est inférieure à 1,5 o/o.

En admettant que les rayons α sont tous porteurs d'une double charge élémentaire, on en déduit pour la valeur de k :

$k = 2 \frac{I}{i} = 1,53 \cdot 10^5$, nombre de paires d'ions par rayon α du Polonium dans l'air.

Le nombre k peut servir à la détermination du nombre Z , nombre de rayons α émis dans l'angle solide 4π par gramme de radium et par seconde.

Calculons d'abord le courant d'ionisation J , produit dans l'angle solide 2π par les rayons α d'un millicurie de Po complètement absorbés dans l'air.

Les rayons α émis par millicurie de Ra C' produisent, dans les mêmes conditions, un courant de 1944 U. E. S. ⁽¹⁾. En prenant les valeurs de $1,5967 \cdot 10^9$ cm./sec. ⁽²⁾ et $1,9218 \cdot 10^9$ cm./sec. pour les vitesses des rayons α du polonium et du Ra C', et en admettant que l'ionisation totale est proportionnelle à l'énergie cinétique des rayons α , on trouve pour le rapport de l'ionisation des rayons α du Po et du Ra C', la valeur de 0,6894, d'où $J = 1944 \times 0,6867 = 1340$ U. E. S. On déduit de ce dernier nombre, $Z = 3,68 \cdot 10^{10}$, nombre en parfait accord avec la valeur $3,68 \cdot 10^{10}$ obtenue directement sur le Ra C' par Braddick et Cave ⁽³⁾.

$$Z = \frac{2 \times 1340 \times 10^3}{1,5310^5 \times 4,77410^{-10}} = 3,6810^{10}.$$

⁽¹⁾ Mme IRÈNE CURIE et F. JOLIOT, *C. R.*, 187 (1928), 43.

⁽²⁾ S. ROSENBLUM et DUPOUY, *C. R.*, 194 (1932), p. 1919.

⁽³⁾ BRADDICK et CAVE, *Proc. Roy. Soc. A*, vol. 121 (1928), p. 380.

CHAPITRE VI

Variation de la charge transportée par les rayons α du polonium après le passage à travers des écrans d'aluminium et de cellophane.

Dans le chapitre précédent, nous avons admis, pour calculer le nombre de rayons α émis par seconde en partant de la mesure du courant de charge transportée, que ces rayons portaient tous une charge double de la charge élémentaire.

Pour justifier cette hypothèse, à la précision de nos expériences, nous avons interposé, entre la préparation de polonium et l'électrode E, des écrans d'aluminium de masse superficielle variable.

Nous avons effectué ces mesures avec de nombreuses préparations et nous n'avons trouvé aucune différence entre les résultats obtenus. En abscisse, nous portons la masse superficielle des écrans en milligrammes par centimètre carré. En ordonnée, nous avons porté le courant de charge, en prenant comme unité celui obtenu avec un écran d'aluminium dont la masse superficielle, la plus faible que nous avons pu nous procurer, est de 0,8 mgr./cm².

Cet écran, qui a toujours été interposé dans les mesures décrites dans la première partie, avait un triple rôle :

a) Eviter la contamination de l'intérieur de la chambre par le polonium projeté par les préparations.

b) Rendre le champ électrique sensiblement uniforme entre les deux électrodes E et G.

c) Arrêter les rayons de recul émis à chaque départ de

rayons α ; ces rayons, qui peuvent être chargés, auraient modifié le courant de charge.

En étudiant le courant de variation de la charge transportée avec l'épaisseur des écrans d'aluminium (fig. 11), on constate que tant que les écrans avaient une densité moindre que 4 mg./cm^2 , la diminution du courant de charge était inférieure à 4 0/00. Au delà de $6,1 \text{ mg./cm}^2$, on ne décelait aucune charge transportée.

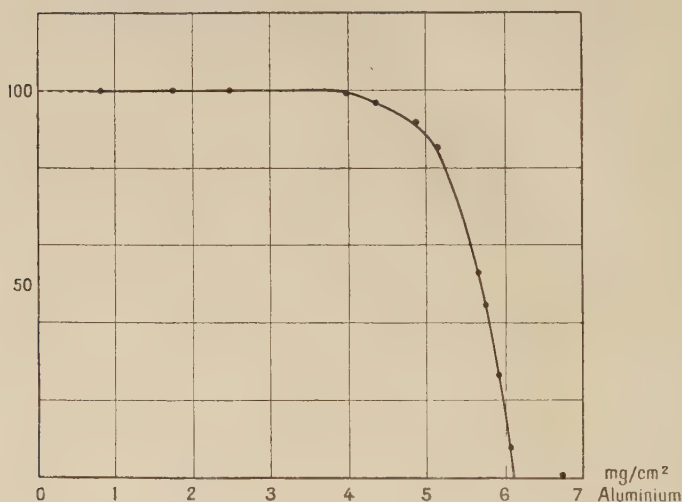


Fig. 11.

Cette variation de charge apparente provient de deux causes :

a) Certains rayons α , traversant les écrans, captent effectivement une ou deux charges élémentaires négatives, et leur charge totale diminue.

b) Certains rayons sont déviés de leur direction initiale et, bien que chargés doublement, n'arrivent plus sur l'électrode E.

Nous n'avons pas trouvé de différence en prenant comme écrans d'aluminium, soit des feuilles superposées, soit des feuilles uniques, à condition de prendre la précaution de faire le vide dans l'appareil pendant un certain temps pour que l'air emmagasiné entre les écrans puisse s'échapper.

Nous avons repris ces expériences en remplaçant l'aluminium par de la cellophane.

La cellophane est de la cellulose qui contient encore une partie de son dernier dissolvant, la glycérine. La cellophane du commerce contient environ 13 o/o de glycérine, on élimine complètement cette dernière en trempant deux ou trois fois la matière dans de l'eau distillée, on laisse sécher sur un cadre, car en perdant son eau, la cellophane se rétrécit ⁽¹⁾.

La cellophane privée ou non de la glycérine est très avide d'eau et, suivant l'état hygrométrique de l'atmosphère dans laquelle elle est conservée, sa densité peut varier de 10 o/o.

Comme nous avons besoin de connaître exactement la densité au moment de l'expérience, nous avons préparé un grand nombre d'écrans de cellophane de même diamètre (40 millimètres) et d'épaisseurs variables. Ces écrans ont été conservés dans une même boîte et nous les avons pesés successivement dans un temps le plus court possible.

Les mesures faites ultérieurement avec ces écrans ont donné des densités qui ont toujours varié dans le même sens et de la même grandeur.

Les densités superficielles, dont je parlerai dans la suite, n'ont pas de signification en valeur absolue; elles ne sont à prendre que l'une par rapport à l'autre.

Les écrans introduits dans la chambre dans laquelle on faisait, comme précédemment, un vide très poussé, continuaient à perdre leur eau et les mesures n'étaient effectuées que lorsque la pression était inférieure à 0,2 barye.

(1) Composition de la cellophane privée de glycérine : cellulose, 90 o/o; eau, 10 o/o; cendres (CO_3Ca , SO_4Na^2) 0,3 o/o; S oxydable, 0,05 o/o.

La courbe (fig. 12) semblable à celle obtenue avec l'aluminium a été tracée en prenant comme courant unité, celui obtenu avec une épaisseur d'aluminium de $0,8 \text{ mg./cm}^2$, équivalent à $0,5 \text{ mg./cm}^2$ de cellophane.

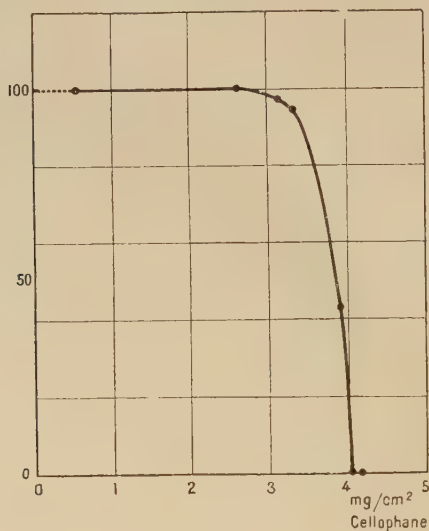


Fig. 12.

Parcours des rayons α du polonium dans l'aluminium et dans la cellophane. — Les mesures constituent une détermination directe du parcours des rayons α du polonium.

Pour l'aluminium, on trouve $p = 6,1 \text{ mg./cm}^2$. Le parcours dans l'air à 15° et 760 mm. , étant de $3 \text{ cm. } 87$, l'équivalent moyen de 1 mg./cm^2 d'Al est $\frac{3,87}{6,1} = 0 \text{ cm. } 64$.

Pour la cellophane, $p = 4,0 \text{ mg./cm}^2$ et l'équivalent moyen de 1 mg./cm^2 est, en centimètres d'air à 15° et 760 mm. , $\frac{3,87}{4,0} = 0 \text{ cm. } 97$. Etant donné que la densité de la cellophane peut varier de 10 o/o , suivant son état hygrométrique, ce nombre est donné avec la même précision.

CHAPITRE VII

Détermination du rapport des quantités de Th C se transformant en Th C' et Th C''.

Le dépôt actif du thorium émet, après la disparition rapide du Th A, des rayons α produits par le Th C et le Th C'. Les rayons peuvent être considérés, à notre point de vue, comme constitués par deux groupes mono-cinétiques, dont les parcours dans l'air et avec les conditions normales sont 4 cm. 53 et 8 cm. 17.

Nous avons pensé qu'en mesurant avec notre chambre décrite dans la première partie la charge totale transportée par les deux groupes et la charge transportée par le groupe de vitesse maximum, nous pouvions mesurer le rapport du nombre des rayons compris dans les deux groupes.

Préparation des surfaces recouvertes de dépôt actif. — Nous employons l'activation par la méthode du champ électrique. Une surface d'or de 3 mm. de diamètre est placée dans une atmosphère de thoron qui surmonte un produit contenant du radiothorium. Cette surface, portée à un potentiel négatif, par rapport à la masse du produit, se recouvre de dépôt actif du thorium. Le champ électrique avait une valeur de 300 volts par centimètre. Pour notre travail, nous avons besoin de préparations parfaitement propres. Nous avons constaté quelquefois la présence de gouttelettes fines ou de dépôt blanchâtre sur la surface de l'or, ce phénomène s'est produit sans que les conditions qui le favorisent aient pu être précisées.

Nous avons examiné ces dépôts au microscope et nous y avons décelé la présence de cristaux. La micro-analyse de ces dépôts a indiqué la présence des radicaux NH^3 et NO^3 . Nous avons employé pour cela le réactif de Nessler et le sulfate de diphénylamine en vérifiant chaque fois que l'essai à blanc était négatif. Les sels formés contenaient principalement du nitrate d'ammonium, ce composé provenant probablement de la combinaison des éléments de l'air humide sous l'action du fort rayonnement α émis par le produit et ses dérivés.

Nous n'utilisons, dans nos mesures, que des préparations ne présentant aucune altération superficielle visible à l'œil. La préparation utilisée de radiothorium en équilibre avec ses produits de désintégration, avait un rayonnement γ équivalent à celui de 50 mg. de Ra élément en équilibre, le rayonnement était filtré par 5 mm. de plomb.

Les préparations de dépôt actif que nous utilisons avaient un rayonnement γ équivalent à celui de 5 à 15 mg. de Ra dans les mêmes conditions.

Pour effectuer une mesure, nous introduisions notre préparation dans la chambre décrite dans la première partie. Il faut remarquer, qu'avec ce dépôt actif, nous avons un rayonnement γ qui pouvait produire une ionisation dans l'espace existant entre la borne H et la tige qui allait à l'électromètre. Pour tenir compte de cette ionisation parasite, nous absorbions, par un écran d'aluminium de 0 mm. 2 d'épaisseur (diaphragme mobile F, fig. 1) tous les rayons α émis par la préparation. Cet écran se manœuvrait de l'extérieur, sans changer la pression régnant à l'intérieur de la chambre. La correction n'atteignait que 3 0/0 environ du courant total. Nous avons éloigné l'électromètre de la chambre, en raison du fort rayonnement γ émis par la source, et nous avons interposé entre eux un écran de plomb de 5 cm. d'épaisseur ; de cette façon, nous n'avons constaté aucune influence du rayonnement γ de la préparation sur l'électromètre. Nous avons employé des fils de connexion reliant la chambre à l'électro-

mètre placés à l'intérieur d'un cylindre de laiton dans lequel régnait une pression d'air de quelques centièmes de millimètre de mercure, aucune ionisation n'était décelable dans l'espace environnant ces fils de connexion.

Le dépôt actif, éloigné du thoron qui lui a donné naissance, se compose, une fois que le ThA a disparu, de ThB + ThC + ThC' + ThC'', parmi ces corps, seuls le ThC et le ThC' émettent des rayons α , nous recevions donc

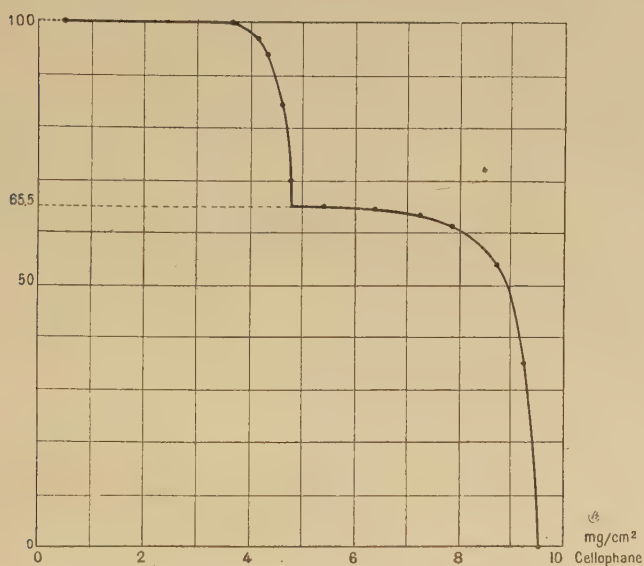


Fig. 13.

dans notre chambre la charge totale transportée par les deux groupes de rayons α . Nous mesurons, en fonction du temps, la variation du courant de charge résultant des deux groupes de rayons α .

Pour éliminer les rayons dont la vitesse est la plus faible, nous avons interposé, sur le trajet de ces rayons, des écrans d'épaisseurs croissantes, et nous avons étudié la variation

de la charge transportée par les rayons, après passage à travers des écrans de cellophane décrits au chapitre précédent. Comme le changement d'épaisseur demandait un certain temps, nous avons tracé la courbe de décroissance du produit, en fonction du temps et nous pouvions ainsi connaître à chaque instant la valeur du courant de charge transmis par tous les rayons.

En portant en abscisse la masse superficielle des écrans et en ordonnée la proportion de rayons traversant ces écrans, nous avons obtenu la courbe de la figure 13.

Cette courbe nous montre la complexité du rayonnement α émis par le dépôt actif.

La moyenne de nombreuses mesures a donné pour ce rapport la valeur $65,5 \pm 0,5$ o/o pour le rayonnement de la plus grande énergie.

Le parcours des rayons α du ThC dans la cellophane est, d'après ces mesures, 4,8 mg./cm² et pour ThC' de 9,5 mg./cm².

CHAPITRE VIII

Charge emportée par les rayons de recul pendant la désintégration du polonium et du dépôt actif du thorium.

Comme nous l'avons spécifié au chapitre VI, les mesures du courant de charge ont toujours été effectuées en interposant, entre la préparation et l'électrode réceptrice E, un écran d'aluminium, de densité superficielle $0,8 \text{ mg./cm}^2$. Un des rôles de cet écran est d'éviter l'arrivée sur l'électrode E des rayons de recul pouvant être chargés et qui auraient modifié la valeur du courant i . Nous avons supprimé cet écran et nous avons mesuré le courant de charge apparent.

Cas du polonium. — Nous avons constaté une augmentation du courant i par rapport au courant pratiquement constant mesuré après passage des rayons α à travers des écrans d'aluminium de densité superficielle comprise entre $0,8$ et $3,0 \text{ mg./cm}^2$. Cette augmentation, qui ne dépasse pas $0,5 \text{ o/o}$, a été constatée avec toutes les préparations utilisées. Le petit excès de courant du début peut être interprété comme résultant du défaut d'homogénéité du champ électrique, en l'absence d'écran, dans la région comprise entre E et le diaphragme D. La pression est suffisamment petite pour que les rayons de recul (plomb dans le cas du polonium), puissent atteindre l'électrode ; le nombre de ceux-ci est sensiblement égal au nombre des rayons α émis et, s'ils étaient chargés, on observerait une forte variation du courant de charge au début de la courbe lorsqu'on interpose l'écran d'aluminium

de 0,8 mg./cm² qui arrête les rayons de recul. On peut en conclure que les rayons de recul du polonium (plomb) ne sont pas chargés en moyenne.

Cas du dépôt actif du thorium. — La même expérience effectuée avec le dépôt actif du thorium a montré, au contraire, une augmentation du courant de charge de 20 0/0 lorsqu'on supprime tout écran pouvant empêcher les rayons de recul d'atteindre E. En interposant un écran épais qui arrête les rayons α , on constate que l'électrode E a un excès de courant qui décroît avec la période du Th C'. En définitive, on peut en conclure que les rayons de recul du Th C (qui sont du Th C''), sont chargés positivement. Si le rendement est voisin de 1, la charge moyenne des rayons de recul ou atomes de Th C'' est comprise entre $+1e$ et $+2e$.

CONCLUSIONS

A l'aide de l'appareil étudié dans le présent mémoire, nous avons dénombré les rayons α émis par une préparation radioactive en mesurant la charge électrique transportée par eux. De grandes précautions ont été prises pour éliminer l'effet des électrons δ qui prennent naissance sur l'électrode recevant les particules α , et leur action sur les mesures de courant a été discutée en détail. Afin d'obtenir le maximum de précision, tous nos courants ont été mesurés en valeur absolue.

Nous avons ainsi obtenu les résultats suivants :

1^o Le nombre de paires d'ions produits dans l'air par un rayon α du Polonium complètement absorbé a été déterminé en mesurant le courant d'ionisation totale produit par un faisceau de particules dont on a calculé le nombre en mesurant la charge électrique qu'ils transportent.

$$k = 1,53 \pm 0,02.10^5.$$

Cette valeur déterminée directement nous permet de calculer le nombre de rayons α émis dans l'angle solide 4π par gramme de radium et par seconde.

$$Z = 3,68.10^{10}.$$

2^o Les rayons α émis par le polonium sont complètement arrêtés par un écran d'aluminium de densité superficielle 6,1 mg./cm².

Ces mêmes rayons sont arrêtés par un écran de cellophane de densité superficielle 4,0 mg./cm².

3° Les rayons α émis par le Th C et le Th C' sont arrêtés par des écrans de cellophane de densités superficielles respectivement égales à 4,8 mg./cm² et 9,5 mg./cm².

4° Dans l'émission des rayons α par le dépôt actif du thorium (Th C + Th C' + Th C'') les rayons de plus grande énergie sont dans la proportion de $65,5 \pm 0,5$ o/o.

5° Les rayons de recul (plomb) émis lors de la désintégration du polonium ne sont pas chargés en moyenne.

6° Dans la désintégration du Th C' en Th C'' par émission d'un rayon α , les atomes de Th C'' ont en moyenne une charge électrique comprise entre + 1e et + 2e.

Ce travail a été effectué à l'Institut du Radium de Paris.

Je tiens à exprimer particulièrement ma respectueuse et profonde reconnaissance à Madame Pierre Curie dont les conseils et les encouragements m'ont été très précieux.

Je remercie également mon ami F. Joliot avec qui je me suis entretenu souvent de ce travail.

J'ai bénéficié d'une bourse de la Fondation Carnegie-Curie, à laquelle j'exprime mes vifs remerciements.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Sur les nouvelles transmutations des éléments

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 5 mai 1933.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

CH. MAURAIN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

S. CHARLÉTY.

